

CUPRINS

OBIECTUL STUDIULUI.....	3
A.MEMORIU TEHNIC	3
1. Introducere	3
2. Prezentarea generală a zonei de studiu	4
2.1 Relieful	5
2.2 Geologia.....	5
2.3 Clima	6
2.4 Hidrografia.....	6
3. Date de bază.....	7
3.1 Date topografice	7
3.2 Date hidrologice	8
3.3 Alte date și informații	10
4. Studiu hidraulic în vederea determinării regimului de niveluri ale apei în zona studiată	11
4.1 Modelul matematic utilizat în calcul	11
4.2 Rezultatele calculelor hidraulice	16
5. Concluzii.....	18
Bibliografie selectivă.....	20

<i>Studiu de inundabilitate pentru obiectivul de investiție: Parc Municipal în zona DN3 - Municipiul Constanța, Jud. Constanța</i>	<i>Contract I.N.H.G.A. Nr.41/12.05.2022</i>
	<i>S.C. AGORAPOLIS S.R.L.</i>

B.ANEXE

- | | |
|---------|---|
| ANEXA 1 | Plan de situație cu localizarea zonei de studiu |
| ANEXA 2 | Harta cuprinzând limita de inundabilitate pentru Q1%, pe sectorul cursului de apă Vale necadastrată în regimul actual de curgere |
| ANEXA 3 | Profil longitudinal pe cursul de apă Vale necadastrată cu evidențierea rezultatelor modelării pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% |
| ANEXA 4 | Profile transversale pe cursul de apă Vale necadastrată cu evidențierea rezultatelor modelării pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% |

Studiu de inundabilitate pentru obiectivul de investiție: Parc Municipal în zona DN3 - Municipiul Constanța, Jud. Constanța

OBIECTUL STUDIULUI

Prezenta lucrare „Studiu de inundabilitate pentru obiectivul de investiție: Parc Municipal în zona DN3 - Municipiul Constanța, Jud. Constanța”, face obiectul contractului de servicii nr. 41/12.05.2022, încheiat între S.C. AGORAPOLIS S.R.L., cu sediul în municipiul Constanța, Bdul. Alexandru Lăpușneanu Nr. 70, Bl. LE18, Scara B, Etaj 4, Ap. 32 jud Constanța, cod poștal: 900196, cod fiscal: RO 34332969, telefon 0722393350, e-mail mihaela.pusnava@agorapolis.ro, cont IBAN RO64BRDE140SV42485511400, deschis la BRD - Groupe Societe Generale SA; reprezentată legal prin dna Mihaela Pușnava în calitate de Administrator, numit în continuare Achizitor și Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor – București (I.N.H.G.A) reprezentat prin Director Ing. Nicolae BĂRBIERU, în calitate de Prestator.

Obiectul studiului îl reprezintă determinarea suprafețelor maxime de inundare având ca sursă/mecanism de inundare apariția viurii cu debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pe sectorul cursului de apă Vale necadastrată, fiind solicitat în vederea realizării obiectivului de investiții “Parc Municipal în zona DN3 - Municipiul Constanța, Jud. Constanța”.

Documentația este structurată în conformitate cu conținutul recomandat la acest nivel de analiză: evidențierea condițiilor naturale; caracteristicile rețelei hidrografice în zona analizată; date hidrologice privind scurgerea maximă, respectiv debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% impus de importanța obiectivului; rezultatele studiilor topobatimetrice necesare realizării documentației, rezultatele calculelor hidraulice efectuate pe baza utilizării tehnicii de modelare matematică a fenomenelor de propagare a viiturilor pentru verificarea capacității de transport a albiilor și determinarea limitelor benzilor inundabile în arealul în cadrul căruia se dorește înființarea unui Parc Municipal în zona DN3 - Municipiul Constanța, Jud. Constanța.

A.MEMORIU TEHNIC

1. Introducere

În vederea înființării unui Parc Municipal în zona DN3 - Municipiul Constanța, Jud. Constanța este necesar să se realizeze un studiu de inundabilitate ce are drept scop identificarea vulnerabilității la inundații, ca urmare a unor posibile revărsări cauzate de viituri produse pe cursul de apă Vale necadastrată, generate de apariția debitului maxim cu probabilitatea de depășire de 1%.

Pentru determinarea zonelor cu cel mai mare grad de expunere la viituri sunt necesare calcule hidraulice în vederea determinării capacității actuale de scurgere, a curbelor de inundabilitate pentru debite maxime cu diverse probabilități anuale de depășire, precum și a nivelurilor maxime și vitezelor medii la curgerea acestor debite maxime, corespunzător situației existente a albiei actuale.

Determinarea nivelului maxim al apei în fiecare secțiune a cursului de apă pe care s-a modelat curgerea, a fost realizată utilizând programul HEC-RAS 5.0.7, dezvoltat de Hydrologic Engineering Center (HEC), departament în cadrul Institute of Water Resources (IWR), care aparține de U.S. Army Corps of Engineer's.

2. Prezentarea generală a zonei de studiu

Zona care face obiectul studiului se află pe teritoriul administrativ al UAT Constanța situată în partea de sud-est a României, în apropierea cursului de apă Vale necadastrată (Figura nr. 1). al cărui bazin hidrografic se află pe suprafața administrată de Administrația Bazinală de Apă Dobrogea-Litoral.

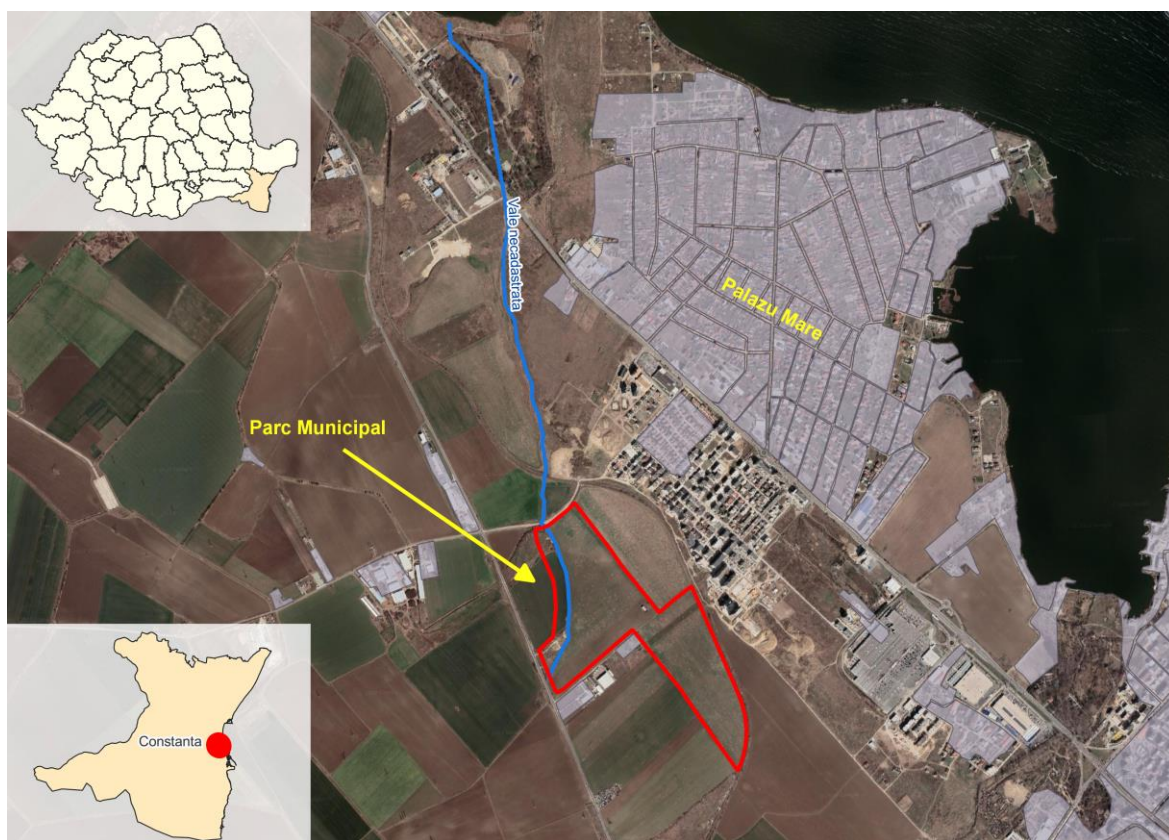


Figura nr. 1 - Amplasamentul zonei de studiu

Obiectivul se află situat în partea de nord-vest a județului Constanța, în dreptul localității Palazu Mare, pe partea dreaptă a DN3C, la aproximativ 1,5 km de orașul Constanța.

Prezentul studiu a fost solicitat pentru determinarea riscului la inundații generat de apariția debitului maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pe sectorul cursului de apă Vale necadastrată, pentru obiectivul de investiție: Parc Municipal în zona DN3C - Municipiul Constanța, Jud. Constanța – al S.C. AGORAPOLIS S.R.L.

2.1 Relieful

Relieful exercită influențe asupra scurgerii direct, prin configurație, pante și expunerea versanților și indirect, prin determinarea zonalității verticale a factorilor climatici (*Mustăța, 2005*).

Perimetrul amplasamentului care face obiectul studiului se află localizat, din punct de vedere geografic în unitatea de relief Podișul Istriei, subunitate de relief a Podișului Dobrogei.

Formarea Podișului Dobrogei a început în Proterozoic; în timpul orogenezei caledoniene s-a creat un sistem montan (situat în zona Podișului Casimcei), erodat apoi până la stadiu de peneplenă; apoi în Mezozoic se sedimentează substratul peneplenizat cu sedimente triasice, cretacee și jurasice iar în Neozoic se încheie sedimentarea Dobrogei (prin depunerea stratelor de calcare și gresii sarmațiene) și transformarea ei integrală în uscat.

Modelarea îndelungată a reliefului s-a materializat printr-o peneplenă; mișcările valahe de la finele pliocenului au ridicat diferențiat acest uscat (mai accentuat la nord), în villafranchian și pleistocen s-a realizat nu numai fragmentarea acestuia ci și o evoluție de tip "pediment", favorizată de rocă (mozaic petrografic în care se impun rocile eruptive, conglomeratele și gresiile), climat (uscat, uneori cu caracter deșertic) și nivelul de bază coborât; evoluția a fost activă și în fazele periglaciare din pleistocenul superior când dominau dezagregările; ea se continuă și azi datorită climatului de stepă. (Gh. Posea, 1984).

Cu o suprafață de aproximativ 75 kilometri pătrați, Podișul Istriei are o altitudine medie în zona de studiu de 35 m. Este de fapt o câmpie înaltă având aspect calcaros, tabulară, ușor ondulată ce domină spre est laguna Sinoe și zona litorală, fiind constituit din cuarțite, filite, șisturi verzi și depozite loessoide.

2.2 Geologia

Scurgerea apelor este influențată de factorul geologic, respectiv de caracteristicile litologice (compoziția, textura și succesiunea tipurilor de roci), și a celui structural - prin prezența cutelor și a faliilor, care întrerup continuitatea, uniformitatea sau succesiunea tipurilor de roci (*Mustăța, 2005*).

Formațiunile geologice din zona Podișului Isaccea se remarcă prin prezența calcarelor masive cu accidente silicioase, cu intercalații de șisturi argiloase și curgeri de diabaze. Deasupra acestora urmează o serie de marno-calcare, ce prezintă intercalații de calcare negre.

În ciclul paleozoic (silurian-devonian) s-au format cuarțite și argilite negre și s-a încheiat prin exondarea de la finele paleozoicului și triasicului. În ciclul jurasic pe vechile peneplene conservate pe suprafața erodată a șisturilor verzi s-au format mici forme carstice (carbonatite). Ciclul cretacic se caracterizează prin acumularea de microconglomerate, gresii, calcare marnoase, acumularea conținându-se în paleogen, în eocen, prin depunerea de numuliți, iar în oligocen prin depunerea de argile și șisturi bituminoase.

Ultimul ciclu este reprezentat de miocen-superior, cu etapa badeniană când se acumulează depuneri de argile, gresii, nisipuri și marno-calcare și de etapa sarmațiană prin acumularea de calcare lumașelice.

2.3 Clima

Factorii climatici reprezintă factori dinamici cu rol determinant în formarea scurgerii, prin forma și intensitatea precipitațiilor, evaporație, umiditate și temperatură a aerului și solului (Mustățea, 2005).

Din punct de vedere climatologic, zona de studiu se încadrează în climatul temperat cu influențe maritime datorită proximității Mării Negre. Temperaturile medii sunt între 13-14 grade Celsius, cu veri calde și ierni relativ blânde.

Cantitățile de precipitații căzute în zona de studiu, în decursul unui an, prezintă variații de la anotimp la anotimp. Cele mai reduse cantități de precipitații sunt înregistrate iarna, când valoarea medie este de aproximativ 31,1 mm, iar vara este perioada cea mai ploioasă și se înregistrează valori ale cantității medii de precipitații de peste 35,1 mm.

Cantitatea medie anuală de precipitații căzute în zona de studiu este de aproximativ 406,9 mm, conform Administrației Naționale de Meteorologie.

Cantitățile maxime (mm) de precipitații în 24 de ore, 48 de ore și 72 de ore înregistrate la Stația Meteorologică Constanța în perioada 1961 – 2000 (tabelul nr. 1).

Tabelul nr. 1 Cantități maxime (mm) de precipitații în 24 de ore, 48 de ore și 72 de ore înregistrate la stația meteorologică Constanța în perioada 1961-2000

Intervalul orar	Lunile anului											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
24 ore	46,7	28,3	44,78	50,1	49,8	69,9	44,4	77,8	58,4	75,7	49,0	28,0
48 ore	59,6	34,1	45,6	60,1	70,2	72,1	54,5	89,6	80,7	75,7	71,5	44,1
72 ore	62,2	34,1	60,0	60,3	73,8	73,0	60,3	94,5	84,8	75,7	79,3	59,1

sursa: ANM, 2008, p.272 ÷ 274

Tabelul nr. 2 - Cantitățile medii (mm) de precipitații lunare și anuale înregistrate la stația meteorologică Constanța în perioada 1961-2000

Stația	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anuală
Constanța	28,5	26,8	29,4	31,1	39,2	41,4	31,3	32,6	32,9	31,5	44,4	38,0	406,9

sursa: site ANM

2.4 Hidrografia

Zona amplasamentului: Parc Municipal în zona DN3 - Municipiul Constanța, Jud. Constanța pentru care a fost solicitat studiul de inundabilitate, este situată în zona cursului de apă Vale necadastrată, la aproximativ 2,5 km amonte de vărsarea în Lacul Siutghiol.

Cursul de apă Vale necadastrată este situat în Sud - Est - ul Romaniei având o orientare generală de curgere de la Sud la Nord și reprezintă un curs de apă de mici dimensiuni, necadastrat, fără nume, care drenează o parte din arealul de interes, având vărsarea în Lacul Siutghiol.

Județul Constanța este deficitar în privința apelor curgătoare (cele mai multe având debite mici și oscilante) pe margini având numeroase lacuri-limane fluviale și fluvio -marine. Caracteristica rețelei hidrografice de pe teritoriul județului Constanța o reprezintă densitatea foarte scăzută a acesteia, de 0,1 km/km, considerată ca fiind cea mai redusă valoare de pe întreg teritoriul țării.

Ținând cont de caracteristicile repartiției scurgerii în timpul anului și de sursele de alimentare, din punct de vedere al tipului de regim hidrologic, cursul de apă Vale necadastrată în zona de studiu se încadrează la tipul de regim torențial premaritim dobrogean (PmD) și are concentrări ale scurgerii în perioada rece a anului și în luna martie, în cazul unor rezerve însemnate de zăpadă. Spațiile calcaroase fac ca majoritatea văilor să fie seci, iar viiturile să aibă un caracter sporadic în funcție de precipitațiile torențiale. (Frăsineanu, 2008)

3. Date de bază

În vederea elaborării studiului de inundabilitate au fost folosite următoarele tipuri de date:

- date topografice puse la dispoziție de către beneficiar (plan de situație cu reprezentarea profilelor transversale);
- date hidrologice privind debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pe cursul de apă Vale necadastrată;
- alte date și informații.

3.1 Date topografice

Studiul topografic a fost pus la dispoziție de către S.C. AGORAPOLIS S.R.L. și a fost elaborat în conformitate cu propunerea tehnică - Anexa 2 a contractului nr. 41/12.05.2022, încheiat între Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor și S.C. AGORAPOLIS S.R.L.

Pentru calculul capacității de transport a albiilor și trasarea nivelurilor curbelor suprafeței libere a apei pentru apariția debitului maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pe sectorul cursului de apă Vale necadastrată, în zona obiectivului pentru care a fost solicitat studiul de inundabilitate, s-au utilizat următoarele date topografice:

- planuri de situație în zona de studiu, inclusiv profile transversale prin albie, în format *.dwg – predat 07.10.2020 cu curbe.dwg, predat 19.10.2020.dwg, Ridicare topo Constanta.dwg;
- puncte măsurate pentru 10 profile transversale în format *.dwg;

- puncte măsurate pentru profilele transversale prin albia minoră și majoră, în zona de interes, predat 07.06.2022.dwg, inclusiv puncte ridicate în zona podețelor situate în amplasament.(Figura nr. 2).

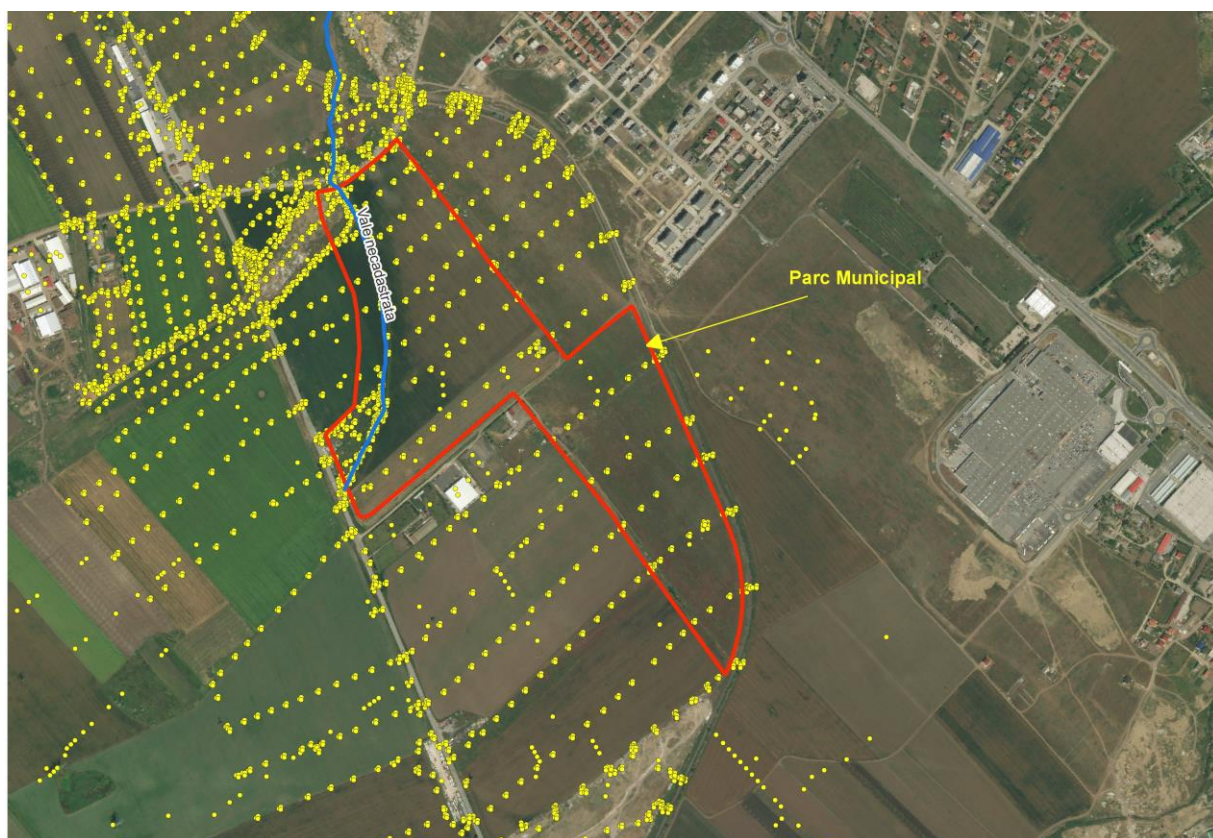


Figura nr. 2 - Planul de situație cu punctele ridicate, pus la dispoziție de către beneficiar

Ridicările s-au executat în sistem de coordonate Stereo 70, datum S-42 România.

Lungimea sectorului aferent cursului de apă Vale necadastrată pe care s-au efectuat măsurătorile topo-batimetrice este de aproximativ 1 km, distanța medie între profilele transversale fiind de cca. 100 m.

De asemenea, în vederea creării hărților de inundabilitate reprezentative a fost utilizat modelul digital al terenului (MDT) pe zona de interes, elaborat în cadrul Planului pentru Prevenirea, Protecția și Diminuarea Efectelor Inundațiilor în Bazinul Hidrografic Dobrogea Litoral.

3.2 Date hidrologice

Studiul hidrologic a fost întocmit în urma solicitării achizitorului S.C. AGORAPOLIS S.R.L., și face parte integrată în cadrul contractului nr. 41/12.05.2022 (volumul I).

Cursul de apă și secțiunile de calcul au fost identificate, pe baza nominalizării și a coordonatelor STEREO 70 furnizate de către beneficiar, în bazinul hidrografic gestionat de Administrația Bazinală de Apă Dobrogea-Litoral.

Studiul hidrologic conține valoarea debitul maxim cu probabilitatea de depășire a debitului maxim de 1% și a fost aleasă ca secțiune de studiu supratraversarea efectuată de DC

89 (str. Amsterdam) peste un curs de apă de mici dimensiuni, necadastrat, fără nume, care drenează o parte din arealul de interes.

Pentru calculul parametrului hidrologic solicitat a fost necesară determinarea principalelor elemente morfometrice ale bazinului hidrografic aferent secțiunii de calcul, respectiv suprafața bazinală, altitudinea medie și panta acestuia.

Valorile acestor elemente au fost stabilite pe baza hărților topografice în format G.I.S. și sunt prezentate în tabelul cu date hidrologice.

Trebuie precizat faptul că valoarea debitului maxim cu probabilitatea de depășire de 1% a fost calculată pentru regimul natural de scurgere și nu include sporul de siguranță.

Pentru determinarea valorii debitului maxim cu probabilitatea de depășire de 1% corespunzător secțiunii de calcul s-a efectuat o analiză a caracteristicilor scurgerii maxime din spațiul hidrografic al Dobrogei de sud, spațiu în care este amplasată și secțiunea de interes.

Astfel, pentru stațiile hidrometrice din arealul menționat, s-au extras și analizat valorile debitelor maxime anuale cu care s-au alcătuit apoi șiruri cronologice ce au fost prelucrate statistic.

Debitul cu probabilitatea de depășire de 1%, obținut pentru stațiile hidrometrice valorificate, la care s-au adăugat și date rezultate în urma lucrărilor expediționare de reconstituire a debitelor maxime efectuate anterior în zonă, precum și alte materiale și informații privind caracteristicile zonale ale scurgerii maxime, au constituit elementele de bază pentru trasarea unei relații de sinteză zonală de tipul $q_{\max 1\%} - f(F)$, valabilă și pentru cursul de apă analizat

Această relație zonală a fost utilizată pentru verificarea și validarea valorii debitului calculat conform metodologiei specifice.

Metodologia de calcul a debitului maxim cu probabilitatea de depășire de 1% a fost adoptată ținându-se cont de mărimea bazinului hidrografic aferent secțiunii solicitate și diferă în funcție de acest criteriu.

Astfel, fiind vorba de o secțiune cu o suprafață bazinală foarte mică (sub 10 kmp), metodologia prevede folosirea formulelor de calcul genetic.

Formulele în cauză se bazează pe utilizarea intensității maxime a ploii de calcul, determinată atât în funcție de timpul de concentrare, calculat pe baza datelor morfometrice ale versantului bazinului și ale albiei cursului de apă principal, cât și pe baza coeficientului de scurgere (α), calculat în funcție de panta bazinului (versantului), textura solului și modul de folosire a terenului.

Rezultatul obținut prin aplicarea acestor formule a fost apoi verificat și validat cu ajutorul relației de sinteză menționată mai sus.

Verificările efectuate au confirmat corectitudinea rezultatului obținut prin calcul genetic, acesta fiind în concordanță cu relația zonală amintită, în limitele acceptate pentru calculele hidrologice de acest tip.

Tabelul nr. 3 Valoarea debitului maxim cu probabilitatea de depășire de 1% în secțiunea de calcul solicitată

Cursul de apă	Cod cadastral	Secțiune (coordonate STEREO 70)		F (km ²)	Hmed (m)	Panta bazin (‰)	Qmax 1% (m ³ /s)
		X	Y				
Vale necadastrată fără nume	-	786674	308444	2,17	46	2,30	13,1

3.3 Alte date și informații

Aceste informații au constat din:

- date Satelitare din aplicația *Google Earth*;
- date din Planul de Management al Riscului la Inundații – A.B.A. Dobrogea Litoral;
- date din Planul pentru Prevenirea, Protecția și Diminuarea Efectelor Inundațiilor în Bazinul Hidrografic Dobrogea Litoral;
- alte date (din literatura de specialitate etc.).

4. Studiu hidraulic în vederea determinării regimului de niveluri ale apei în zona studiată

În vederea înființării unui Parc Municipal în zona DN3C - Municipiul Constanța, Jud. Constanța aflat în proximitatea cursului de apă Vale necadastrată s-a soliciat un studiu de inundabilitate având ca sursă apariția viiturii cu debitul maxim corespunzător probabilități de depășire de 1%.

Având în vedere H.G. nr. 846/11.08.2010 pentru: Aprobarea *Strategiei Naționale de Management al Riscului la Inundații* pe Termen Mediu și Lung, publicată în Monitorul Oficial nr. 626/06.09.2010 ce stipulează la Cap. 2 (Scopul strategiei) faptul că pentru localități se adoptă conceptul că pe termen lung și mediu, acestea vor fi apărate la viituri cu perioada medie de revenire de cel puțin 1 la 100 de ani, în funcție de rangul localităților (Conform Legii nr. 351/2001 – privind aprobarea planului de amenajare a teritoriului național).

Obiectivele prevăzute în „Strategia națională de management al riscului la inundații” urmăresc și protecția împotriva inundațiilor a infrastructurii economice existente și garantarea satisfacerii oportunităților economice ale generațiilor viitoare, prin îndeplinirea țințelor cuantificabile printre care și reducerea vulnerabilității sociale a comunităților expuse la inundații pe etape astfel: 50% în termen de 10 ani, până la 75% pe termen lung, în 30 de ani.

4.1 Modelul matematic utilizat în calcul

Calcululele hidraulice ce au fost elaborate au avut în vedere determinarea capacității actuale de scurgere, a curbelor de inundabilitate pentru debitul maxim corespunzător probabilități de depășire de 1%, precum și a nivelurilor maxime și vitezelor medii la curgerea acestui debit maxim corespunzător situației existente, respectiv a albiei actuale neamenajate.

Calcululele hidraulice s-au efectuat cu softul HEC – RAS 5.0.7, dezvoltat de către „Hydrologic Engineering Center” (HEC), care reproduce propagarea undelor de viitură în regim natural și în regim amenajat, evidențiind caracteristicile hidraulice ale albiei și efectele lucrărilor hidrotehnice studiate.

Modelarea matematică a fenomenelor hidraulice specifice, a constat în principal în redarea cât mai fidelă a curgerii apei pe geometria albiei compuse pe baza ridicărilor topobatimetrice realizate în zona de interes a proiectului, atât în albia minoră cât și în albiile majore (mal stâng – mal drept).

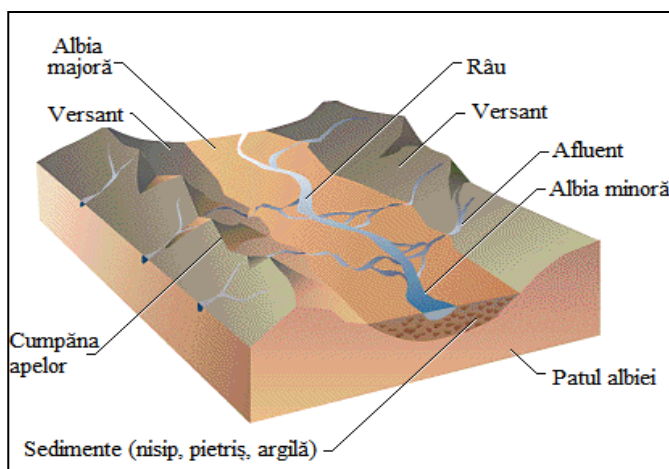


Figura nr. 3 Schema generală a rețelei hidrografice introduse în model

Ecuatiile de bază. Algoritmul de calcul

Ecuția de bază utilizată pentru determinarea nivelului suprafeței libere a apei corespunzător unui anumit debit este ecuația Bernoulli:

$$\frac{\alpha_{i+1} \cdot v_{i+1}^2}{2 \cdot g} + y_{i+1} + z_{i+1} = \frac{\alpha_i \cdot v_i^2}{2 \cdot g} + y_i + z_i + h_e \quad (1)$$

unde:

α_i, α_{i+1} - coeficienții Coriolis în secțiunile i, i+1;

v_i, v_{i+1} - vitezele medii în secțiunile i, i+1;

y_i, y_{i+1} - cotele suprafeței libere a apei în secțiunile i, i+1 (WS_i, WS_{i+1});

z_i, z_{i+1} - cotele talvegului în secțiunile i, i+1;

g - accelerația gravitațională;

h_e - pierderea de energie pe tronsonul de calcul dintre secțiunile i, i+1.

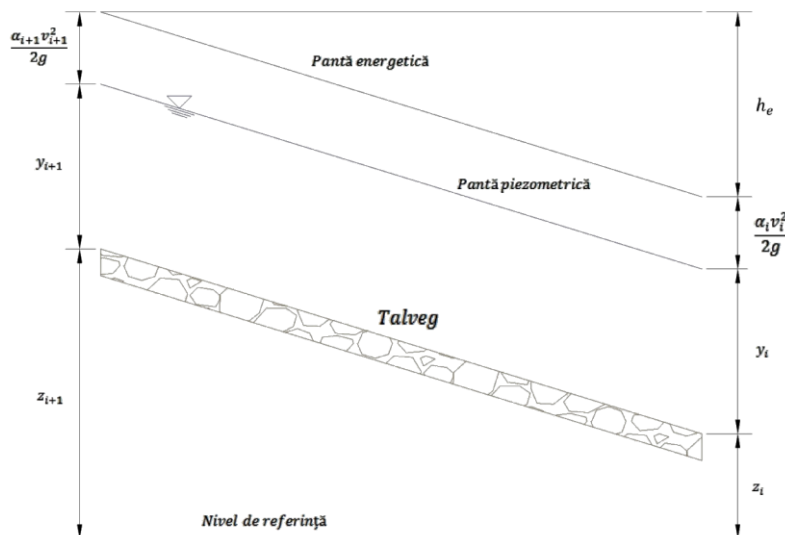


Figura nr. 4 Explicarea grafică a ecuației lui Bernoulli

Pierderea de energie a curentului de apă aflat în mișcare uniformă și predominant unidimensională între cele două secțiuni consecutive de scurgere are două componente: o pierdere de energie uniform distribuită cauzată de frecări, pe traseul de scurgere și o pierdere de energie locală cauzată de evazările sau îngustările care se manifestă între cele două secțiuni de scurgere.

$$h_e = L_{i \rightarrow i+1} \cdot S_f + c \cdot \left(\frac{\alpha_{i+1} \cdot v_{i+1}^2}{2 \cdot g} - \frac{\alpha_i \cdot v_i^2}{2 \cdot g} \right) \quad (2)$$

unde:

h_e - pierderea de energie pe tronsonul de calcul dintre secțiunile i, i+1;

$L_{i \rightarrow i+1}$ - lungimea tronsonului de curgere între cele 2 secțiuni i și i+1;

S_f - pierderea de sarcină unitară între cele două secțiuni;

c - coeficientul de pierdere de sarcină prin expansiune/ contracție.

Conform algoritmului de calcul utilizat în programul HEC-RAS, lungimea traseului pe care se face mișcarea apei între cele două secțiuni de scurgere se calculează cu formula:

$$L = \frac{L_{majst} \cdot Q_{medmajst} + L_{min} \cdot Q_{min} + L_{majdr} \cdot Q_{medmajr}}{(Q_{medmajst} + Q_{min} + Q_{medmajr})} \quad (3)$$

unde:

L_{majst} , L_{min} , L_{majdr} - lungimea tronsonului de curgere prin albia majoră de pe malul stâng, prin albia minoră și prin albia majoră de pe malul drept între secțiunile i și i+1;

$Q_{medmajst}$, Q_{min} , $Q_{medmajdr}$ - debitul tranzitat prin albia majoră de pe malul stâng, prin albia minoră și prin albia majoră de pe malul drept între secțiunile i și i+1.

În programul HEC-RAS se face aproximația că respectivele tuburi de curent sunt niște fâșii delimitate de punctele în care se face schimbarea coeficientului de rugozitate Manning. Modulul de debit în interiorul fiecărei fâșii (tub de curent) se determină cu formula Chezy:

$$Q = k \cdot S_f^{1/2} \quad (4), \quad k = \left(\frac{1}{n} \right) \cdot A \cdot R^{2/3} \quad (5),$$

unde:

k - modulul de debit;

n - coeficientul lui Manning pentru rugozitate;

A - suprafața udată;

R - raza hidraulică.

Programul însumează toate modulele de debit din albia majoră mal stâng și separat, toate modulele de debit din albia majoră mal drept. În mod normal modulul de debit al albiei

minore este calculat ca un element separat între punctele în care este valabilă valoarea "n" a coeficientului de rugozitate Manning care definește albia minoră.

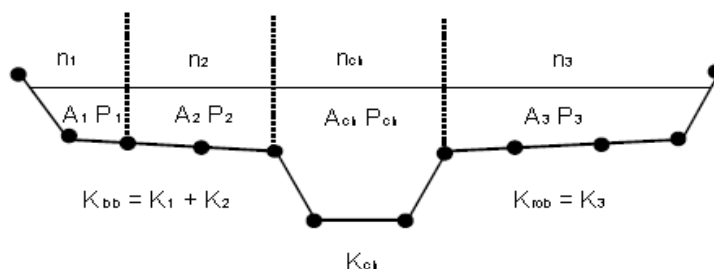


Figura nr. 5 - Determinarea modului de debit (k) într-o albie deschisă cu albie minoră și majoră într-o secțiune oarecare de scurgere

Cota suprafeței libere a apei într-un profil transversal este determinată prin rezolvarea iterativă a ecuațiilor (1) și (2) și anume:

- Presupune o cotă a suprafeței libere a apei (WS_i) la profilul amonte (y_i) (aval la regim supercritic);
- Funcție de cota presupusă calculează modulul de debit total și înălțimea cinetică;
- Cu valorile de la pasul (b) calculează $\overline{S_f}$ și rezolvă ecuația (2) pentru h_{critic} ;
- Cu valorile de la pasul (b) și (c) rezolvă ecuația (1) pentru (y_{i+1}) (suprafața liberă a apei WS_{i+1});
- Compară WS_{i+1} calculată cu cea presupusă la pasul (a) și repetă pașii (a)-(e) până când obține o diferență de maximum 0,003 m sau toleranța definită de utilizator.

După ce au fost introduse toate datele necesare pentru secțiunile transversale se pot descrie diverse construcții realizate în secțiunea de scurgere a râului cum ar fi de exemplu podurile, conținând secțiunile de subtraversare.

Date de intrare. Condiții limită.

Datele de intrare necesare construcției modelului de simulare hidraulică constau în:

- Profile transversale ale albiei râului, unice sau compuse, date prin cote (z) – lățime albie cumulată (x) față de un reper fix/bază;
- Planuri de situație;
- Informații privind utilizarea terenurilor, gradul de acoperire cu vegetație și natura terenului în albia majoră și minoră a cursurilor de apă; coeficienți de rezistență (rugozitate) ai albiilor;

- Datele hidrologice constând în valoarea debitului maxim în regim actual (natural) de scurgere, corespunzătoare probabilității de depășire de 1% în secțiunea de interes;
- Condiții limită amonte/aval, constând în pante hidraulice, chei limnimetrice etc.

Construirea modelelor hidraulice

Construirea modelelor hidraulice constă în parcurgerea următoarelor etape:

- introducerea traseului râului principal sub formă de arce și noduri;
- identificarea, prelucrarea și introducerea secțiunilor transversale și a datelor topografice specifice bazinului hidrografic modelat. Poziția secțiunilor indicate pentru modelare a fost stabilită pe baza unei analize detaliate, urmărind o caracterizare cât mai bună a proceselor hidraulice din albie. S-au inclus în mod obligatoriu la realizarea modelului/modelelor unidimensionale secțiuni transversale caracteristice (la schimbarea secțiunii de curgere, precum și la modificarea pantei cursului de apă Vale necadastrată);
- evaluarea coeficienților de rugozitate din albiile minoră și majoră pe baza morfologiei terenului și a caracteristicilor vegetației;
- introducerea valorilor debitelor maxime;
- estimarea zonelor de curgere active și de stocare în secțiunile transversale și în plan;
- definirea setărilor modelului de calcul.

Coeficientul de rugozitate - *coeficientul Manning*, joacă un rol esențial în determinarea nivelurilor pe un sector de râu considerat. Cei mai importanți factori de care depinde alegerea coeficientului de rugozitate sunt:

- tipul și dimensiunea materialelor care compun patul și malurile albiei;
- forma albiei;
- vegetația și utilizarea terenurilor din albia majoră.

Coeficienții de rugozitate adoptați conform recomandărilor din manualul de utilizare „HEC - RAS – River Analysis System – Hydraulic Reference Manual”, ținând cont de caracteristicile zonei de studiu, corelate și pe baza aerofotogramelor au avut următoarele valori:

- 0.045 în albia minoră și 0.06 în albia majoră pentru cursul de apă Vale necadastrată;

Modelarea hidraulică în regim permanent a albiei cursul de apă Vale necadastrată, s-a realizat pe baza profilelor topobatimetrice, măsurate în teren, puse la dispoziție de beneficiar. S-a realizat o analiză a configurației morfologice a zonei și s-a ținut cont de toate caracteristicile morfologice semnificative ce pot influența procesul de propagare hidraulică.

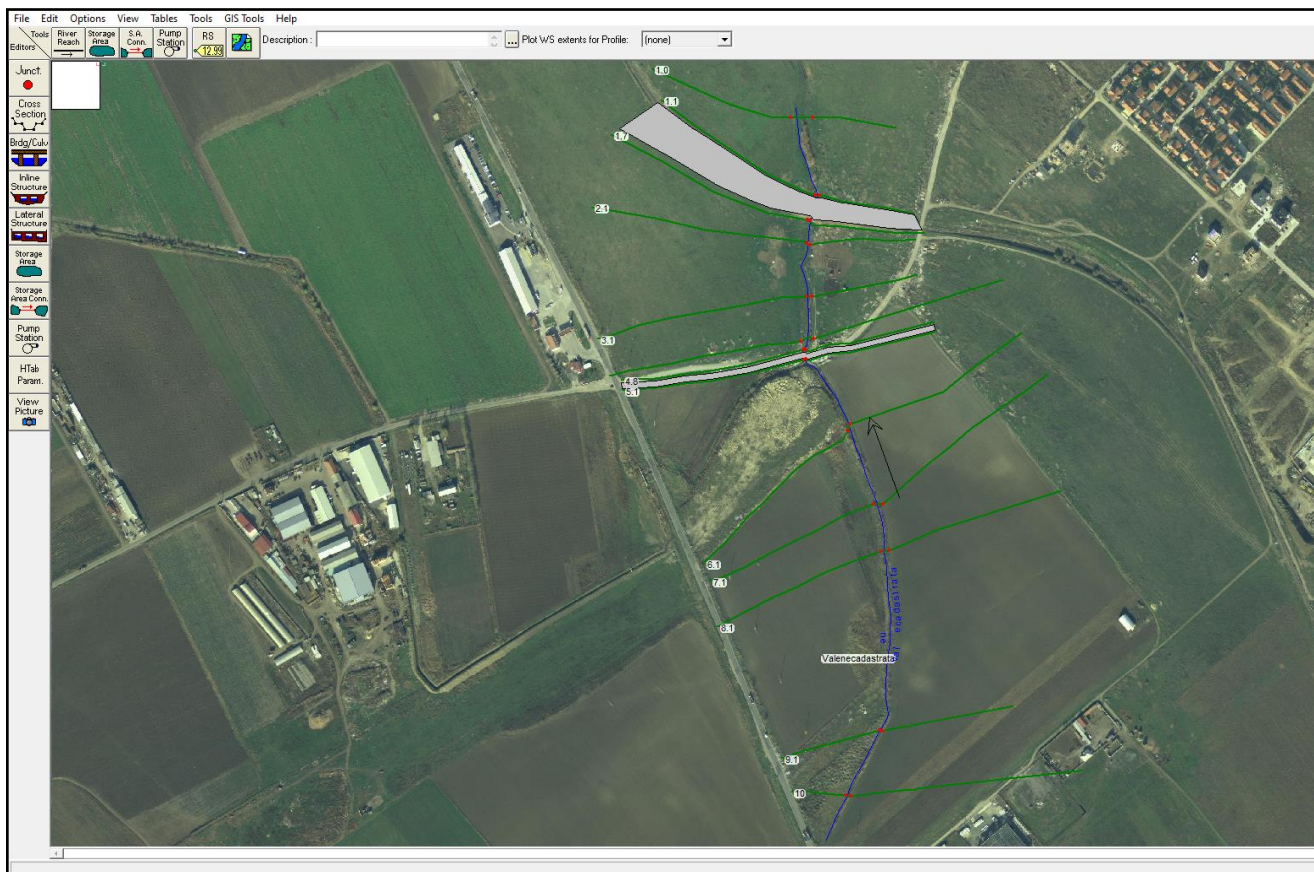


Figura nr. 6 - Aplicația HEC-RAS – Modelul hidraulic unidimensional dezvoltat în lungul cursului de apă Vale necadastrată

Condiția limită aval utilizată în cadrul modelului hidraulic a constat în utilizarea unei chei limnimetrice determinate în funcție de secțiunea de curgere din primul profil de calcul din aval conform recomandărilor din "HEC - RAS – River Analysis System – User's Manual".

Principalele date oferite de model sunt redată:

- **Analitic**, constând în: numele profilului, caracteristicile hidraulice privind debitul maxim, nivelurile corespunzătoare debitului maxim, lățimile la oglinda apei și vitezele medii în albie, distanțe parțiale/cumulate etc.;
- **Grafic**, constând în: transpunerea pe profilul transversal a cotei suprafeței libere a apei și pe profilul longitudinal în secțiunile profilelor de calcul a curbei suprafeței libere a apei, extinderea zonelor inundabile rezultate prin intersecția nivelului apei corespunzător debitului maxim în regim actual (natural) de scurgere, corespunzător probabilității de depășire de 1% cu cele ale terenului, etc.

4.2 Rezultatele calculelor hidraulice

Calcululele hidraulice privind regimul de inundabilitate în condițiile actuale ale albiei, pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pe sectorul cursului de apă Vale necadastrată, s-au realizat în mișcare permanentă.

Rezultatele calculelor hidraulice realizate pe **cursul de apă Vale necadastrată**, sunt prezentate analitic în tabelul nr. 4, în profilul longitudinal pe cursul de apă Vale necadastrată (Anexa 3) și în profilele transversale prezentate în Anexa 4, cu evidențierea rezultatelor modelării hidraulice.

Tabelul nr. 4 - Rezultatele calculelor hidraulice pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pe sectorul cursului de apă Vale necadastrată, în regimul albiei actuale

Număr profil	Probabilitatea de depășire a debitului maxim	Valoare debit maxim	Distanțe cumulate	Cotă talveg	Cotă mal stâng	Cotă mal drept	Cota apei	Viteza medie	Lățimea benzii inundabile
		[mc/s]	[m]	[mdMN]	[mdMN]	[mdMN]	[mdMN]	[m/s]	[m]
P0	1%	13.1	0.0	25.17	26.06	26.32	25.93	1.22	24.0
P1	1%	13.1	109.6	26.88	27.37	27.63	27.84	1.39	27.7
RV CF	1%	13.1	125.5	26.99	27.61	27.66	28.94	3.14	2.25
P1.7	1%	13.1	145.0	27.09	27.84	27.69	30.1	0.10	122.4
P2	1%	13.1	176.7	27.4	27.97	28.42	30.1	0.11	114.2
P3	1%	13.1	250.7	28.01	29.62	29.62	30.1	0.65	49.7
P4	1%	13.1	306.0	29.25	30.91	31.08	30.2	1.95	11.3
P4.8	1%	13.1	324.3	30.47	31.25	31.27	32.09	0.83	66.3
RV DC	1%	13.1	330.9	30.47	31.25	31.27	32.1	0.81	67.1
P5	1%	13.1	337.5	30.47	31.25	31.27	32.1	0.79	68.0
P6	1%	13.1	448.1	31.94	33.24	32.9	33.05	1.9	15.4
P7	1%	13.1	559.7	33.56	34.85	35.1	34.65	2.01	10.4
P8	1%	13.1	624.6	35	36.05	36.33	36	2.39	9.4
P9	1%	13.1	871.0	39.24	39.7	40.47	40.63	0.92	64.2
P10	1%	13.1	970.5	40.29	41.81	41.8	41.66	0.72	74.7

Extinderea limitei de inundabilitate corespunzătoare debitului maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pentru cursul de apă Vale necadastrată este prezentată în planșa din Anexa 2.

5. Concluzii

Obiectul prezentului studiu a constatat în determinarea suprafețelor maxime de inundare având ca sursă/mecanism de inundare apariția viturii cu debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pe sectorul cursului de apă Vale necadastrată, fiind solicitat în vederea realizării obiectivului de investiții "Parc Municipal în zona DN3C - Municipiul Constanța, Jud. Constanța".

Solicitarea beneficiarului a constatat în stabilirea vulnerabilității la inundații pentru amplasamentul obiectivului, Parc Municipal în zona DN3C - Municipiul Constanța, Jud. Constanța, în situația albiei actuale a cursului de apă Vale necadastrată ce tranzitează amplasamentul respectiv pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1%.

Pe baza Studiului hidrologic elaborat în cadrul Institutului Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% și a studiilor topografice puse la dispoziție de către Beneficiar pe zona de studiu, s-a elaborat modelarea hidraulică în vederea determinării gradului de inundabilitate a zonei studiate.

Determinarea cotelor maxime ale apei în fiecare secțiune a cursului de apă pe care s-a modelat curgerea, a fost realizată utilizând programul HEC-RAS 5.0.7, dezvoltat de Hydrologic Engineering Center (HEC), departament în cadrul Institute of Water Resources (IWR), care aparține de U.S. Army Corps of Engineer's.

Rezultatele calculelor privind regimul de inundabilitate în regimul albiei actuale, realizate în mișcare permanentă, pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pe **cursul de apă Vale necadastrată** pun în evidență suprafețe inundabile pe malul drept în zona profilelor P9-P10, pe malul stâng între profilele P8-P9, respectiv pe malul drept între profilele P5-P6 amonte pe podețul existent pe DC. Podețul existent pe DC prezintă incapacitatea de a transporta debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1%, fiind deversat cu cca. 0.35 m.

Zona aval cuprinsă între linia CF și profilul P4, prezintă pentru nivelul corespunzător debitului maxim cu probabilitatea de depășire de 1% efectul de acumulare, generat de capacitatea limitată a podului CF, acesta fiind subpresiune.

În scopul înființării unui Parc Municipal în zona DN3C - Municipiul Constanța, Jud. Constanța, pe zona amplasamentului propus, în condițiile menținerii cursului de apă Vale necadastrată se vor lua în considerare lucrări de amenajare pentru mărirea capacității de transport a albiei actuale, precum și redimensionarea podețului din dreptul DC.

Prezentul studiu a abordat problematica inundabilității amplasamentului zonei în care se dorește înființarea unui Parc Municipal în zona DN3C - Municipiul Constanța, Jud. Constanța, având ca sursă viitura cu debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1% pe cursul de apă Vale necadastrată ce tranzitează amplasamentul respectiv. Nu au fost studiate și alte surse de inundare (de exemplu apa freatică, apa pluvială etc.) care pot afecta terenul aferent obiectivului studiat.

Conform Legii apelor 107/1996: Art. 40- (1) În scopul asigurării protecției albiilor, malurilor, construcțiilor hidrotehnice și îmbunătățirii regimului de curgere al apelor, se instituie zone de protecție pentru:

- a) albia minoră a cursurilor de apă;
- b) suprafața lacurilor naturale sau a bălților acoperite de apă și de vegetație acvatică, precum și a plajei și falezei mării;
- c) suprafața lacurilor de acumulare corespunzătoare cotei aferente debitului de verificare a acestora;
- d) suprafețele ocupate de lucrări de amenajare sau de consolidare a albiilor minore, de canale și derivații hidrotehnice la capacitatea maximă de transport a acestora, precum și de alte construcții hidrotehnice realizate pe ape;
- e) lucrări de apărare împotriva inundațiilor;
- f) construcții și instalații hidrometrice, precum și instalații de determinare automată a calității apelor.

(2) Lățimea zonelor de protecție este stabilită conform anexei nr. 2, care face parte integrantă din prezenta lege. Delimitarea zonelor de protecție se realizează de Administrația Națională "Apele Române" împreună cu autoritatea de cadastru funciar și cu deținătorii terenurilor riverane. Dreptul de proprietate asupra lucrărilor menționate la lit. d), e) și f) se extinde și asupra zonelor de protecție a acestora.

(3) Aplicarea, în funcție de specificul local, a regimului restricțional de folosire a terenurilor din zonele de protecție, din zona dig-mal și din acumulări nepermanente se asigură de Administrația Națională "Apele Române", cu consultarea deținătorilor cu orice titlu ai acestor terenuri și, după caz, a unităților de navigație civilă și în concordanță cu metodologia elaborată de autoritatea publică centrală din domeniul apelor.

Bibliografie selectivă

"Atlasul Cadastrului Apelor din România" (1992) , Partea I, AQUAPROIECT S.A., București

"Clima României" (2008), Editura Academiei Române, București

Haestad M., Dyhouse G., Hatchet J., Benn J. (2003) – "Flood Plain Modeling Using HEC - RAS", First Edition, Bentley Institute Press, Exton Pennsylvania, USA

Mustățeș A. (2005) – "Viituri excepționale pe teritoriul României", București

Posea Gr., Badea L. (1984) - România. Unitățile de relief (Regionarea geomorfologică), Ed. Științifică și Enciclopedică, București.

POSEA, GRIGORE (2005)- Geomorfologia României: relieful, tipuri, geneză, evoluție, regionare, Ediția a II-a – București, Editura Fundației România de Măine

Ujvari I. (1972) - "Geografia apelor României", Editura Științifică, București

Roșu Al. (1973) - Geografia fizică a României, Editura Științifică, București

*** Planul pentru Prevenirea, Protecția și Diminuarea Efectelor Inundațiilor în Bazinul Hidrografic Dobrogea - Litoral

*** -Planul de Management al Riscului la Inundații – A.B.A. Dobrogea - Litoral

*** - Planul de Analiza si Acoperire a Riscurilor al judetului Constanta pdf

*** - Revizuirea_PID

HEC - RAS – River Analysis System – Hydraulic Reference Manual (2016) - www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/

HEC - RAS – River Analysis System – User's Manual (2016) - www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/

www.bluemarblegeo.com – Blue Marble Geographics – Global Mapper

<https://www.qgis.org/> - QGIS 3.22.6

<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>-US Army Corps of Engineers–HEC- RAS 5.0.7

<https://www.meteoromania.ro/servicii/date-meteorologice/arhiva-precipitatii/>

ANEXE



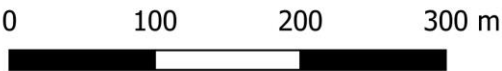
Legendă

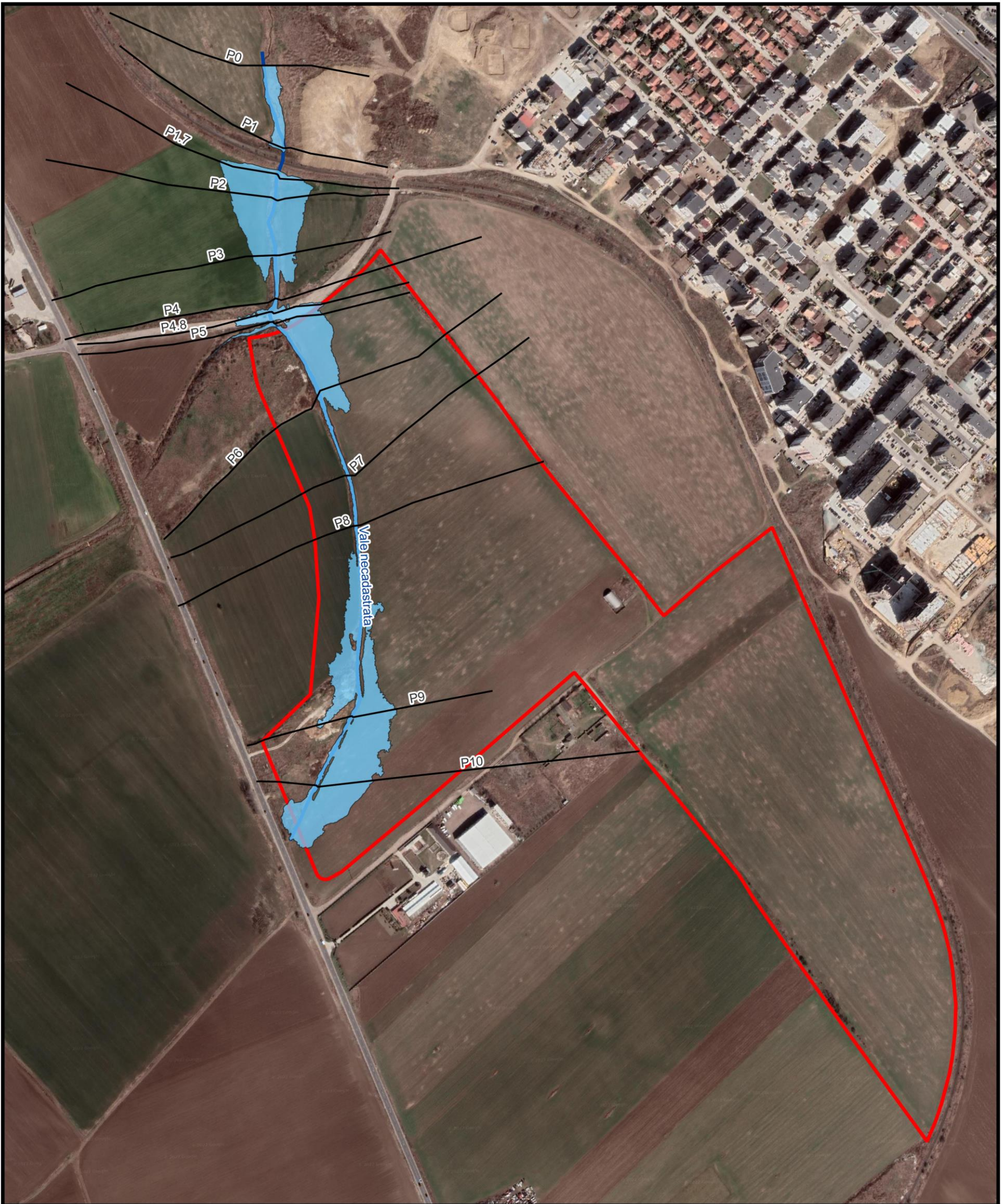
- Profile Transversale
- Vale Necadastrată
- Amplasament Parc Municipal

Studiu de inundabilitate pentru obiectivul de investiție: Parc Municipal în zona DN3 - Municipiul Constanța, Jud. Constanța

Contract I.N.H.G.A. Nr. 41/12.05.2022

Anexa 1 Plan de situație cu localizarea zonei de studiu





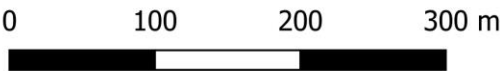
Legendă

- Profile Transversale
- Vale Necadastrată
- Amplasament Parc Municipal
- Limită de inundabilitate pentru Q1%

Studiu de inundabilitate pentru obiectivul de investiție: Parc Municipal în zona DN3 - Municipiul Constanța, Jud. Constanța

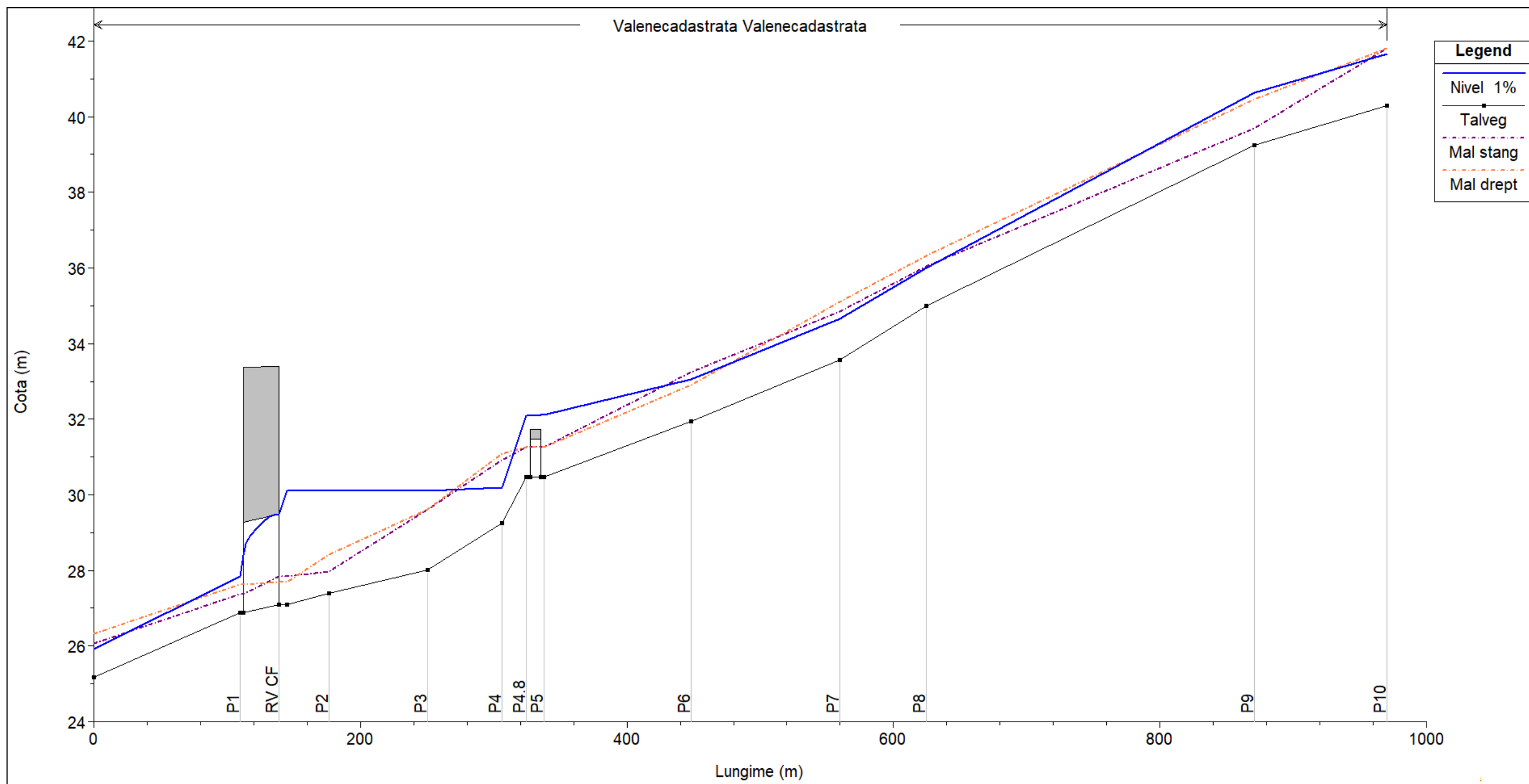
Contract I.N.H.G.A. Nr. 41/12.05.2022

Anexa 2
Harta cuprinzând limita de inundabilitate pentru Q1% pe sectorul cursului de apă Vale Necadastrată în regim actual de curgere



Anexa 3

Profil longitudinal pe cursul de apă Vale Necadastrată cu evidențierea rezultatelor modelării pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1%



Anexa 4

Profile transversale pe cursul de apă Vale Necadastrată cu evidențierea rezultatelor modelării pentru debitul maxim cu probabilitatea de depășire de 1%

